

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 628 395 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 94108506.0

(51) Int. Cl.⁵: **B29C 45/17**

(22) Anmeldetag: 03.06.94

(30) Priorität: 11.06.93 DE 4319381

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.94 Patentblatt 94/50(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**(71) Anmelder: **Battenfeld GmbH
Scherl 10
D-58540 Meinerzhagen (DE)**(72) Erfinder: **Eckardt, Helmut, Dipl.-Ing.
Goethestrasse 18
D-58540 Meinerzhagen (DE)
Erfinder: Ehrhrt, Jürgen, Dipl.-Ing.
Auf der Platte 3
D-57271 Hilchenbach (DE)**(74) Vertreter: **Müller, Gerd
Patentanwälte
Hemmerich-Müller-Grosse
Pollmeier-Valentin-Gihske
Hammerstrasse 2
D-57072 Siegen (DE)**(54) **Verfahren zum Spritzgießen von Formteilen aus thermoplastischem Kunststoffmaterial sowie Formwerkzeug zur Durchführung desselben.**

(57) Zum Spritzgießen von Formteilen 10 aus thermoplastischem Kunststoffmaterial, die mit ihren Wandungen 13, 14 einen Hohlraum 15 einschließen, wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei welchem ein in seinem Volumen vorbegrenztes Formnest 23 eines Formwerkzeuges 20 zunächst mit der Kunststoffschmelze 31 vollgespritzt und dann in seinem Volumen vergrößert sowie mit einem fluidischen Druckmedium beaufschlagt wird, damit die Kunststoffschmelze 31 sich unter Hohlraumbildung längs der Wandungen des vergrößerten Formnestvolumens verteilt und an diese anlegt.

Damit die erwünschten bzw. benötigten Hohlräume 15 in den Formteilen 10 exakt reproduzierbar ausgeformt werden können, wird in die das vorbegrenzte Formnest-Volumen vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze 31 - ggfs. nach Ablauf einer an den Kunststoffschmelze-Spritzvorgang anschließenden Pausen- oder Ruhezeit - das fluidische Druckmedium eingespritzt und erst während bzw. mit dessen Einspritzung und/oder abhängig von dieser Einspritzung des fluidischen Druckmediums in die

Kunststoffschmelze 31 wird das Volumen des Formnestes 23 gezielt vergrößert wird.

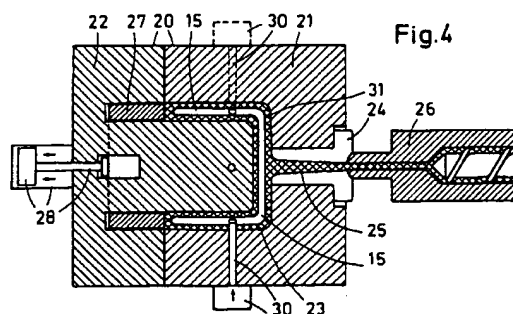


Fig.4

EP 0 628 395 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Spritzgießen von Formteilen aus thermoplastischem Kunststoffmaterial, die mit ihren Wandungen einen Hohlraum einschließen, bei welchem ein in seinem Volumen vorbegrenztes Formnest eines Formwerkzeuges zunächst mit der Kunststoffschmelze vollgespritzt und dann in seinem Volumen vergrößert sowie mit einem fluidischen Druckmedium (Gas) beaufschlagt wird, damit die Kunststoffschmelze sich unter Hohlraumbildung längs der Wandungen des vergrößerten Formnestvolumens verteilt und an diese anlegt.

Die Erfindung befaßt sich aber auch mit einem Formwerkzeug zur Durchführung dieses Verfahrens, bei dem das fluidische Druckmedium nach dem Einspritzen der Kunststoffschmelze in das Formnest einführbar ist, und bei dem das Formnest ein Teilvolumen hat, das nur zeitweilig zur Aufnahme von Kunststoffschmelze freigebbar ist.

Ein Verfahren der gattungsgemäßen Art und ein Formwerkzeug zu dessen Durchführung sind bereits bekannt, wie das beispielsweise aus der US-A-5 028 377 hervorgeht.

Nach diesem Stand der Technik findet zunächst eine vollständige Füllung des Formnestes mit der Kunststoffschmelze statt. Danach wird dann eine Volumensvergrößerung des vorbegrenzten Formnestes herbeigeführt und im Anschluß hieran wird die Kunststoffschmelze mit fluidischem Druckmedium, insbesondere einem Gas, beaufschlagt, damit sie sich unter Hohlraumbildung in ihrem Inneren längs der Wandungen des vergrößerten Formnestvolumens verteilt und an diese unter exakter Ausbildung der Formteilkontur anlegt.

Diese Art der Herstellung von Spritzguß-Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffmaterial kommt immer dann zum Einsatz, wenn allein die Volumenkontraktion der in ein Formnest eingespritzten Kunststoffschmelze nicht ausreicht, um durch Einspritzen des fluidischen Druckmediums (Gas) innerhalb des jeweiligen Formteils den gewünschten oder sogar geforderten Hohlraum ausbilden zu können.

Genutzt wird diese Fertigungsart zur Herstellung von Spritzguß-Formteilen aus Kunststoffmaterial aber auch dann, wenn sichergestellt werden muß, daß das zur Hohlraumbildung eingespritzte fluidische Druckmedium nicht in unerwünschter Weise in Bereiche geringer Wanddicke des Formteils eindringt und daher in einem gewissen Maße eine Abkühlung der Kunststoffschmelze erforderlich ist, bevor das Einspritzen des fluidischen Druckmediums beginnt. Nur die Möglichkeit einer nachträglichen Volumensvergrößerung des Formnestes stellt nämlich in diesem Falle sicher, daß mit der Einspritzung des fluidischen Druckmediums noch eine befriedigende Ausbildung des Hohlraumes im Formteil erreicht werden kann.

In allen Anwendungsfällen der durch die US-A-5 028 377 bekanntgewordenen Verfahrensart stellt sich jedoch ein wesentlicher Nachteil ein. Durch die an das Vollspritzen des in seinem Volumen vorbegrenzten Formnestes mit Kunststoffschmelze anschließende Volumensvergrößerung kommt es in dieser Kunststoffschmelze zwangsläufig zu einem Druckabfall, bevor die Einwirkung des fluidischen Druckmediums hierauf beginnt. Dieser Druckabfall erweist sich aber in der Praxis als höchst unerwünscht, weil er einer reproduzierbaren Ausformung der Hohlräume in den jeweiligen Formteilen hinderlich ist bzw. entgegenwirkt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Verfahrensart und auch ein Formwerkzeug zu deren Durchführung anzugeben, die bzw. das praktisch ohne wesentlichen technischen Mehraufwand die Fertigung von Formteilen aus thermoplastischem Kunststoffmaterial gewährleistet, in denen sich die erwünschten bzw. benötigten Hohlräume exakt reproduzierbar ausformen lassen.

Gelöst wird die gestellte Aufgabe in verfahrenstechnischer Hinsicht nach der Erfindung dadurch, daß in die das vorbegrenzte Formnest-Volumen vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze das fluidische Druckmedium (Gas) eingespritzt wird, und daß erst während bzw. mit der Einspritzung und oder abhängig von der Einspritzung des fluidischen Druckmediums in die Kunststoffschmelze das Volumen des Formnestes gezielt vergrößert wird.

Als besonders zweckentsprechend hat sich erwiesen, wenn erfindungsgemäß das fluidische Druckmedium (Gas) erst nach Ablauf einer an den Kunststoffschmelze-Spritzvorgang anschließenden Pausen- oder Ruhezeit in die das vorbegrenzte Formnest-Volumen vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze eingespritzt wird.

Vorteilhaft ist dabei nach der Erfindung, daß während der Pausen- oder Ruhezeit, die zwischen dem Ende des Einspritzens der Kunststoffschmelze und dem Beginn der Einspritzung des fluidischen Druckmediums liegt, auf das begrenzte Volumen des Formnestes bzw. auf die darin befindliche Kunststoffschmelze nicht nur der vom Spritzaggregat herrührende Schmelzedruckerhalten bleibt, sondern sogar ein Nachdruck ausgeübt werden kann, und daß auch das fluidische Medium schon auf das begrenzte Volumen des Formnestes bzw. der darin befindlichen Kunststoffschmelze angesetzt werden kann, bevor der vom Spritzaggregat herrührende Arbeitsdruck wegfällt.

Die gezielte Vergrößerung des Formnest-Volumens im Formwerkzeug muß aber nicht immer - wie vorstehend erwähnt - erst nach Ablauf einer Pausen- oder Ruhezeit erfolgen. Vielmehr kann sie gegebenenfalls auch präzise gesteuert oder geregelt, bspw. druck-, weg- und/oder zeitabhängig

stattfinden. Druckabhängige Steuerung oder Regelung ist dabei möglich über die Messung des in bzw. an der Plastifiziereinheit anstehenden Masse- oder Hydraulikdrucks oder aber von der Messung des Schmelzedrucks im Formwerkzeug, wobei im letzteren Falle die Messung an einer Stelle stattfinden sollte, an der die Vergrößerung des Formnest-Volumens einsetzt. Eine wegababhängige Steuerung oder Regelung der Volumenvergrößerung des Formnestes läßt sich in Abhängigkeit von der Schneckenposition in der Plastifiziereinheit bewirken, während für eine zeitabhängige Steuerung oder Regelung der Beginn des Einspritzens der Schmelze in das Formnest herangezogen werden kann. Hierdurch ist es möglich, erst bei einer bestimmten Kompression der Schmelze im Formnest die Volumenvergrößerung zu beginnen.

Eine wichtige verfahrenstechnische Weiterbildung liegt erfindungsgemäß aber auch darin, daß das Druckniveau des fluidischen Mediums während der Volumensvergrößerung des Formnestes kontrolliert und oder geregelt wird und sich so in optimaler Weise auf die jeweiligen Bedürfnisse abstimmen läßt. Das fluidische Medium steht währenddessen praktisch in unbegrenzter Menge zur Verfügung und wird durch die Kontrolle oder Regelung im Normalfall immer auf gleicher Druckhöhe gehalten. Denkbar ist es allerdings auch, ein vorgebbares Druckprofil abzufahren, das bspw. einen an- und absteigenden Druckverlauf einschließt.

Ein gattungsgemäßes Formwerkzeug zur Durchführung des vorstehend angegebenen Verfahrens, bei dem das Formnest ein Teilvolumen hat, welches nur zeitweilig zur Aufnahme von Kunststoffschmelze freigegeben wird, kann erfindungsgemäß einerseits so aufgebaut werden, daß das Teilvolumen im Formnest selbst ausgebildet und in seinen Abmessungen von darin verlagerbaren Füllstücken bestimmt ist.

Andererseits ist es aber bei einem solchen Formwerkzeug auch möglich, daß das Teilvolumen in einem Bereich neben dem eigentlichen Formnest liegt und an dieses über einen wahlweise absperrbaren und freigebbaren Überlauf anschließt.

Im ersteren Falle ist wiederum die Möglichkeit gegeben, daß entweder das Teilvolumen von einem in das Formnest hineinragenden Kernschieber bestimmt wird, oder aber, daß das Teilvolumen in mindestens einem Raumabschnitt des Formnestes liegt, der durch ein seinem Querschnitt angepaßtes, verlagerbares Füllstück freigegeben werden kann. Im zweiten Falle läßt sich hingegen der Überlauf durch ein mechanisches Stellorgan, z. B. einen Schieber, absperren und freigeben.

In jedem Falle ist es nach der Erfindung vorteilhaft, wenn die Füllstücke für das Teilvolumen und/oder die Stellorgane für den Überlauf durch Fremdsteuerung und/oder durch Drucksteuerung

und/oder durch Zeitsteuerung betätigbar sind, weil sich hierdurch das Formwerkzeug leicht auf die unterschiedlichsten Bedürfnisse abstimmen läßt.

Die Fremdsteuerung läßt sich über Zylinder auf pneumatischem und/oder hydraulischem Wege, aber auch durch elektrischen Antrieb, wie Hubmagnete, Spindelmotoren oder dergleichen bewirken, und zwar sowohl für die Vorwärts- als auch die Rückwärtsbewegung der Füllstücke bzw. Stellorgane.

Die Bewegungssteuerung der Füllstücke bzw. Stellorgane läßt sich aber auch in Abhängigkeit vom Druck der Kunststoffschmelze und/oder des fluidischen Mediums herbeiführen. Hierbei ist es einerseits möglich, den Druck in der Kunststoffschmelze oder des fluidischen Mediums zur Auslösung der Fremdsteuerung zu nutzen. Andererseits kann aber auch über die Kunststoffschmelze bzw. das fluidische Medium unmittelbar auf die das Teilvolumen im Formnest beeinflussenden Füllstücke eingewirkt werden, wenn diese durch Kraftspeicher, bspw. federbelastet, das vorbegrenzte Formnest-Volumen bestimmen. Bei Erreichen eines bestimmten Massedruckes an dem durch Kraftspeicher belasteten Schieber wird dieser aus der das vorbegrenzte Formnest-Volumen bestimmenden Stellung zurückgedrängt und führt somit selbsttätig zu der jeweils vorgesehenen Vergrößerung des Formnest-Volumens.

Eine selbsttätige Drucksteuerung der zuletzt genannten Art kann kombinatorisch auch mit einer Fremdsteuerung zusammenarbeiten, bspw. in der Weise, daß eine Volumensvergrößerung des Formnestes allein gegen den Kraftspeicher massedruckabhängig und damit selbsttätig stattfindet, während die Rückführung auf das vorbegrenzte Formnest-Volumen durch Fremdsteuerung - pneumatisch, hydraulisch, elektrisch - zumindest unterstützt wird.

Wenn Formwerkzeuge zum Einsatz gelangen, bei denen die Vergrößerung des Formnest-Volumens dadurch bewirkt wird, daß das Teilvolumen in einem Bereich neben dem eigentlichen Formnest liegt und an dieses über einen wahlweise absperrbaren und freigebbaren Überlauf anschließt, dann besteht die vorteilhafte Möglichkeit, diese Nebenkavität selbst als ein zusätzliches Formnest zu nutzen. In diesem zusätzlichen Formnest lassen sich dann nämlich unter Ausnutzung der bei der Herstellung der Haupt-Formteile anfallenden Überschuß-Schmelze gleichzeitig Neben-Formteile fertigen. Diese Möglichkeit ist besonders dann von Vorteil, wenn an die Qualität der Neben-Formteile keine besonders hohen Anforderungen gestellt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen ausführlich beschrieben. Es zeigen:

Figur 1

im Längsschnitt ein topfartig gestaltetes Spritzgieß-Formteil aus Kunststoffmaterial mit einem sowohl in seiner Bodenwandung als auch in seiner Mantelwandung eingeschlossenen Hohlraum,

Figur 2

im Längsschnitt ein zur Herstellung des Spritzgieß-Formteils nach Figur 1 geeignetes Spritzgieß-Formwerkzeug, das mit der Angußöffnung seines Formnestes an das Düsenmundstück eines Spritzaggregates angelegt ist, vor Beginn eines Spritzgießvorganges,

Figur 3

in einem der Figur 2 entsprechenden Schnitt das Spritzgieß-Formwerkzeug nach Durchführung der ersten Phase eines Spritzgießvorganges für das Formteil,

Figur 4

das Spritzgieß-Formwerkzeug nach Beendigung der letzten Phase des Spritzgießvorganges zur Herstellung des Formteils,

Figur 5

ein Flußdiagramm der Arbeitsschritte des erfindungsgemäßen Spritzgießverfahrens,

Figur 6

einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform bzw. Bauart eines Spritzgieß-Formwerkzeuges nach Durchführung der ersten Phase des Spritzgießvorganges für das Formteil,

Figur 7

das Spritzgieß-Formwerkzeug nach Fig. 6 am Ende des Spritzgießvorganges,

Figur 8

eine wieder andere Bauart bzw. Ausführungsform eines Spritzgieß-Formwerkzeuges im Längsschnitt und nach Durchführung der ersten Phase des Spritzgießvorganges für das Formteil,

Figur 9

das Spritzgieß-Formwerkzeug nach Fig. 8 am Ende des Spritzgießvorganges zur Herstellung des Formteils, während aus den

Fig. 10 und 11

jeweils im Längsschnitt zwei weitere Bauarten bzw. Ausführungsformen eines Spritzgieß-Formwerkzeuges im Längsschnitt nach Durchführung der ersten Phase eines Spritzgießvorganges für das Formteil wiedergeben.

In Fig. 1 der Zeichnung ist ein aus spritzfähigem Kunststoff bestehendes, topfartig gestaltetes Formteil 10 gezeigt, das einen Bodenbereich 11 und einen einstückig an diesen anschließenden Mantelbereich 12 aufweist. Sowohl der Bodenbereich 11 als auch der Mantelbereich 12 des Formteils schließt dabei zwischen einer äußeren Wandung 13 und einer inneren Wandung 14 einen Hohlraum 15 ein, wie das deutlich aus Fig. 1 der Zeichnung entnommen werden kann.

Da das Formteil 10 insgesamt durch Spritzgießen aus thermoplastischem Kunststoffmaterial in einem Spritzgieß-Formwerkzeug hergestellt wird, ist in Fig. 1 der Zeichnung auch noch das Angußstück 16 durch strichpunktuelle Linien angedeutet, welches beim Spritzgießen zwangsläufig entsteht und nach dem Auswerfen desselben aus dem Spritzgieß-Formwerkzeug abgetrennt wird.

In den Fig. 2 bis 4 der Zeichnung ist ein Spritzgieß-Formwerkzeug 20 zur Herstellung des Formteils 10 nach Fig. 1 in einer bevorzugten Ausführungsform und Bauart dargestellt. Es hat zwei Formhälften 21 und 22, die zur Eingrenzung eines Formnestes 23 gegeneinandergefahren werden und dabei auch zumindest teilweise ineinandergreifen. Zum Öffnen des Formnestes 23 werden hingegen die beiden Formhälften 21 und 22 auseinandergefahren.

In den Fig. 2 bis 4 ist das Spritzgieß-Formwerkzeug 20 jeweils in seinem Schließzustand gezeigt, bei welchem die beiden Formhälften 21 und 22 aneinanderliegen und ineinandergreifen. Die Formhälfte 21 ist über eine Angußbuchse 24 mit einem Angußkanal 25 an das Düsenmundstück eines Spritzaggregates bzw. Extruders 26 angelegt.

Die zweite Formhälfte 22 des Spritzgieß-Formwerkzeuges 20 ist mit einem sogenannten Kernschieber 27 versehen, welcher zumindest bereichsweise in das Formnest 23 verschiebbar und auch wieder aus diesem zurückziehbar ist. Hierzu kann ein Stellantrieb 28 benutzt werden, der an der Formhälfte 28 sitzt und beim gezeigten Ausführungsbeispiel von einer Kolben-Zylinder-Einheit gebildet wird, die hydraulisch oder pneumatisch betätigt werden kann. Als Stellantrieb 28 kann aber ebenso gut auch ein Spindelmotor oder ein Elektromagnet in Gebrauch genommen werden, der am Kernschieber 27 angreift.

Wie die Fig. 2 und 3 erkennen lassen, ist der Kernschieber 27 mit Hilfe des Stellantriebs 28 beim Beginn jedes Spritzgießvorganges um ein vorgegebenes Maß 29 in das Formnest 23 eingefahren. Dieses wird dadurch auf ein Volumen vorbegrenzt (Fig. 2), welches kleiner bemessen ist als das Gesamtvolumen des hierin durch Spritzgießen herzustellenden Formteils 10.

Während durch den Angußkanal 25 der Angußbuchse 24 aus dem Spritzaggregat bzw. Extruder 26 thermoplastische Kunststoffschmelze in das Formnest 23 eingespeist werden kann, sind dem Spritzgieß-Formwerkzeug 20, bspw. ebenfalls an seiner Formhälfte 21, noch mindestens eine, vorzugsweise jedoch mehrere Einspritzeinheiten 30 zugeordnet, über die in das Formnest 23 - zusätzlich zur thermoplastischen Kunststoffschmelze 31 - noch ein fluidisches Druckmedium, bspw. Flüssigkeit oder Gas, eingespeist werden kann.

Die Fig. 5 der Zeichnung zeigt in einem Flußdiagramm die Arbeitsschritte eines Spritzgießverfahrens, mit dessen Hilfe in einem Spritzgieß-Formwerkzeug 20 nach den Fig. 2 bis 4 das Formteil 10 nach Fig. 1 hergestellt werden kann.

Zu Beginn jedes einzelnen Spritzgießvorgangs bzw. -zyklus befindet sich das Spritzgieß-Formwerkzeug 20 in dem aus Fig. 2 der Zeichnung ersichtlichen Zustand. Das Formnest 23 ist durch den mittels des Stellantriebs 28 um das vorgegebene Maß 29 vorgeschobenen Kernschieber 27 in seinem Volumen vorbegrenzt. Dieses vorbegrenzte Volumen des Formnestes 23 wird sodann gemäß Fig. 3 mit der thermoplastischen Kunststoffschmelze 31 vollgespritzt bzw. gefüllt, wie das in Fig. 5 schematisch durch den Block 1 kenntlich gemacht ist. An das Füllen bzw. Vollspritzen des Formnestes 23 mit Kunststoffschmelze 31 kann sich eine Ruhe- bzw. Pausenzeit anschließen, wie sie in Fig. 5 durch den strichpunktiert gezeichneten Rahmen 2 angedeutet ist. Während dieser Ruhe- bzw. Pausenzeit 2 läßt sich auf die im Formnest 23 befindliche Kunststoffschmelze 31, bspw. vom Spritzaggregat bzw. Extruder 26 aus ein sogenannter Nachdruck ausüben, der in Fig. 3 durch den Richtungspfeil kenntlich gemacht ist. Während der Ruhe- bzw. Pausenzeit 2 ist es also nicht nur möglich, den vom Spritzaggregat bzw. Extruder 26 herrührenden Schmelzedruck in der im begrenzten Volumen des Formnestes 23 enthaltenen Kunststoffschmelze aufrechtzuerhalten, sondern diese auch noch einem den üblichen Schmelzedruck übersteigenden Nachdruck auszusetzen. Dieser führt dazu, daß die den Wandungen des Formnestes 23 benachbarten Schmelzeschichten dicht an die Formwandungen angelegt und schon dementsprechend exakt ausgeformt werden, obwohl die von den Formwandungen entfernten Zonen der Kunststoffschmelze noch schmelzflüssig sind.

Nachdem gegebenenfalls die Ruhe- bzw. Pausenzeit 2 abgelaufen ist, wird durch die Einspritzeinheiten 30 in die im volumensbegrenzten Formnest 23 befindliche, thermoplastische Kunststoffschmelze 31 fluidisches Druckmedium zur Einwirkung gebracht, welches zumindest ein Druckniveau hat, das dem nach Beendigung des Einspritzvorgangs 1 im Formnest 23 anstehenden Schmelzedruck entspricht.

Erst wenn das fluidische Druckmedium gemäß Block 3 der Fig. 5 das Formnest 23 des Spritzgieß-Formwerkzeuges 20 angesetzt worden ist, wird dann das zunächst vorbegrenzte Volumen des Formnestes 23 durch Zurückfahren des Kernschiebers 27 mittels des Stellantriebs 28 gezielt vergrößert (vgl. Fig. 3 und 4 der Zeichnung), wie das durch den Block 4 der Fig. 5 angedeutet ist. Während bzw. mit der gezielten Volumensvergrößerung des Formnestes 23 findet dann eine Einspritzung

des fluidischen Druckmediums in einer solchen Menge statt, daß ein Formteil 10 entsteht, in welchem ein Hohlraum 15 ausgebildet wird, dessen Volumen zumindest demjenigen Volumen entspricht, um welches das Formnest 23 durch Zurückfahren des Kernschiebers 27 über das vorgegebene Maß 29 vergrößert worden ist.

Während der durch den Rahmen 4 der Fig. 5 angedeuteten Vergrößerung des Formnestes 23 von seinem vorbegrenzten Volumen (vgl. Fig. 2 und 3) auf das Maximalvolumen (vgl. Fig. 4) ist es wichtig, daß das Druckniveau des über die Einspritzeinheiten 30 zugeführten fluidischen Mediums (Flüssigkeit oder Gas) ständig einer Druckkontrolle bzw. -regelung unterworfen bleibt, wie das in Fig. 5 durch den Block 5 kenntlich gemacht ist. Ferner ist es dabei besonders wichtig, daß das fluidische Druckmedium nicht mit einer volumensmäßig begrenzten Menge in das Formnest 23 hinein wirkt, sondern praktisch ohne Volumensbegrenzung zur Verfügung steht, so daß praktisch immer mit reiner Druckkontrolle bzw. -regelung des fluidischen Druckmediums gearbeitet werden kann.

Nachdem das Formteil 10 innerhalb des spritzgieß-Formwerkzeuges 20 gemäß Fig. 4 genügend ausgehärtet ist, wird das fluidische Druckmedium aus dem im Formteil 10 ausgebildeten Hohlraum 15, bspw. über die Einspritzeinheiten 30 abgezogen, wie das in Fig. 5 durch den Block 6 kenntlich gemacht ist. Daraufhin kann dann das Spritzgieß-Formwerkzeug durch Auseinanderfahren seiner beiden Formhälften 21 und 22 geöffnet und endlich das Formteil 10 aus dem Formnest 23 ausgeworfen werden, wie das der Block 7 in Fig. 5 kenntlich macht.

Vorstehend ist anhand der Fig. 1 bis 5 das Spritzgießen von Formteilen 10 aus thermoplastischem Kunststoffmaterial erläutert, die mit ihren Wandungen 13 und 14 einen Hohlraum 15 einschließen. Bei diesem Herstellungsverfahren wird dabei ein zunächst in seinem Volumen gemäß den Fig. 2 und 3 vorbegrenztes Formnest 23 des Formwerkzeuges 20 mit der Kunststoffschmelze 31 vollgespritzt (Fig. 3) und dann in seinem Volumen vergrößert (Fig. 4) sowie zusätzlich mit einem fluidischen Druckmedium (Gas oder Flüssigkeit) beaufschlagt, damit die Kunststoffschmelze 31 sich unter Bildung eines Hohlraumes 15 längs der Wandungen des vergrößerten Formnestvolumens verteilt und an diese anlegt.

Von wesentlicher Bedeutung ist dabei,

- daß in die das vorbegrenzte Formnest-Volumen vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze 31, gegebenenfalls nach Ablauf einer an den Kunststoffschmelze-Spritzvorgang anschließenden Pausen- oder Ruhezeit, das fluidische Druckmedium (Gas oder Flüssigkeit) eingespritzt wird,

- und daß erst während bzw. mit der Einspritzung und/oder abhängig von der Einspritzung dieses fluidischen Druckmediums in die Kunststoffschmelze gezielt die Volumensvergrößerung des Formnestes bewirkt wird bzw. stattfindet.

Da bei dem in den Fig. 2 bis 4 der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel eines Spritzgieß-Formwerkzeuges 20 die Bewegung des der Volumensvergrößerung des Formnestes 23 dienenden Kernschiebers 27 durch einen Stellantrieb 28 stattfindet, sind verschiedene Betriebsweisen des Spritzgieß-Formwerkzeuges 20 möglich. So kann der Stellantrieb 28 für den Kernschieber 27 durch Fremdsteuerung ausgelöst werden, die jeweils erst nach einem Befüllen des Formnestes 23 mit thermoplastischer Kunststoffschmelze und/oder nach Einwirkungsbeginn des fluidischen Druckmediums auf diese Kunststoffschmelze 31 ausgelöst wird. Auslöser für den Stellantrieb 28 kann aber auch ein bestimmter Schmelzedruck im Formnest 23 oder aber auch das Ansetzen des fluidischen Druckmediums auf die im Formnest 23 enthaltene Kunststoffschmelze 31 sein. Neben einer fremdgesteuerten Komponente und einer druckgesteuerten Komponente kann aber in das Spritzgieß-Formwerkzeug 20 auch eine zeitgesteuerte Komponente für die Volumensvergrößerung des Formnestes 23 integriert werden. In jedem Falle muß jedoch sichergestellt sein, daß eine Volumensvergrößerung des mit thermoplastischer Kunststoffschmelze 31 vollgespritzten, volumensbegrenzten Formnestes 23 immer erst dann stattfinden kann, wenn die Einwirkung des fluidischen Druckmediums auf diese Kunststoffschmelze 31 bereits eingesetzt hat.

Während bei dem Spritzgieß-Formwerkzeug nach den Fig. 2 bis 4 mit dem Formnest 23 ein Kernschieber 27 zusammenwirkt, der lediglich innerhalb des eigentlichen Formnestes 23 zurückgezogen werden muß, um darin zusätzliche Bereiche für das auszubildende Formteil 10 freizugeben, zeigen die Fig. 6 und 7 einen Aufbau für ein Spritzgießformwerkzeug 20 mit einem Formnest 23, das insgesamt der Außenkontur des darin herzustellenden Formteils 10 entspricht, wobei aber ein Teil dieser Außenkontur zeitweilig durch einen seitlich ein- und ausfahrbaren Kernschieber 27 vollständig ausgefüllt wird. Auch hier wird der Kernschieber 27 durch einen fremdsteuerbaren Stellantrieb 28 bewegt.

Den Fig. 8 und 9 der Zeichnung ist ein Spritzgieß-Formwerkzeug 20 zu entnehmen, das von seinem Grundaufbau her mit dem Spritzgieß-Formwerkzeug nach den Fig. 6 und 7 übereinstimmt.

Dort ist jedoch der Stellantrieb 28 für den Kernschieber 27 durch eine Belastungsfeder 33 ersetzt, welche den Kernschieber 27 in seiner Absperrstellung gemäß Fig. 8 zu halten sucht. Die

Kraft der Belastungsfeder 33 ist dabei so eingestellt, daß sie den Kernschieber 27 in seiner Absperrstellung gemäß fig. 8 hält, bis ein bestimmter Innendruck des Formnestes 23 überschritten wird.

Diese Drucküberschreitung kann dabei von dem über die Einspritzeinheiten 30 in das Formnest 23 und die darin befindliche thermoplastische Kunststoffschmelze 31 eingespeisten fluidischen Druckmedium herrühren. Durch Einwirkung der Druckerhöhung auf die Schrägfläche 34 des Kernschiebers 27 wird eine Kraftkomponente erzeugt, die den Kernschieber 27 gegen die Wirkung der Belastungsfeder 33 anhebt und ihn damit aus dem bisher abgesperrten Bereich des Formnestes 23 verdrängt, wie das die Fig. 9 verdeutlicht. Innerhalb des gesamten Formnestes 23 wird dadurch die thermoplastische Kunststoffschmelze gegen dessen Wandungen verdrängt und dadurch das Formteil 10 mit dem Hohlraum 15 ausgeformt.

Aus den Fig. 10 und 11 der Zeichnung sind noch Spritzgieß-Formwerkzeuge 20 ersichtlich, bei denen das Gesamtvolumen des zur Bildung eines Formteils 10 benötigten Formnestes 23 immer bzw. von vornherein verfügbar ist.

Damit aber beim Einführen von fluidischem Druckmedium durch die Einspritzeinheiten 30 in die in das Formnest 23 eingefüllte thermoplastische Kunststoffschmelze 31 die Ausbildung eines einen Hohlraum 15 enthaltenden Formteils 10 möglich ist, sind hier besondere Zusatzvorkehrungen getroffen. Diese Zusatzvorkehrungen bestehen darin, daß sich an das eigentliche Formnest 23 mit einem Überlaufkanal 35, eine Nebenkammer 36 anschließt, in die der Überschuß an thermoplastischer Kunststoffschmelze verdrängt werden kann. Der Überlauf 35 ist dabei normalerweise zum Formnest 23 hin durch ein mechanisches Stellorgan, bspw. einen Schieber 37 abgesperrt. Sobald aber das fluidische Druckmedium über die Einspritzeinheiten 30 auf die Kunststoffschmelze-Füllung des eigentlichen Formnestes 23 zur Einwirkung gelangt, kann der Schieber 37 zum Öffnen des Überlaufes 35 freigegeben werden, damit dann die überschüssige Kunststoffschmelze 31 in die Nebenkammer 36 übertritt. Der Schieber 37 ist dabei gemäß Fig. 10 durch Fremdsteuerung, bspw. über einen Stellantrieb 38 betätigbar, während er nach Fig. 11 durch Drucksteuerung, bspw. entgegen der Wirkung einer Belastungsfeder 39 in Freigabestellung gedrückt werden kann.

Auch bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 10 und 11 ist es wichtig, daß erst das fluidische Druckmedium innerhalb des Formnestes 23 auf die thermoplastische Kunststoffschmelze 31 zur Einwirkung gelangt, bevor für die thermoplastische Kunststoffschmelze der Überlauf 35 zur Nebenkammer 36 hin geöffnet wird.

Abschließend sei nur nochmals darauf hingewiesen, daß in allen vorstehend erläuterten Fällen die Möglichkeit gegeben ist, eine selbsttätige Drucksteuerung kombinatorisch auch mit einer Fremdsteuerung zusammenarbeiten zu lassen, bspw. in der Weise, daß entweder eine Volumensvergrößerung des Formnestes selbst oder aber ein Überlauf aus diesem heraus allein gegen die Wirkung eines Kraftspeichers massedruckabhängig und damit selbsttätig bewirkt wird, während die Rückführung auf das vorbegrenzte Formnest-Volumen bzw. die Absperrung des Überlaufs durch Fremdsteuerung - pneumatisch, hydraulisch, elektrisch - zumindest unterstützt werden kann.

Endlich soll noch auf eine vorteilhafte Nutzungsmöglichkeit der Spritzgieß-Formwerkzeuge 20 nach den Fig. 10 und 11 aufmerksam gemacht werden. Es ist nämlich denkbar, bei einem solchen Spritzgieß-Formwerkzeug 20 die dem eigentlichen Formnest 23 benachbarte Nebenkammer 36 selbst auch als ein zusätzliches Formnest zu nutzen. Hierin können dann nämlich aus der bei der Herstellung des Formteils 10 überschüssigen Kunststoffschmelze in der als Formnest wirkenden Nebenkammer 36 besonders solche Kunststoff-Formteile gebildet werden, an die für den praktischen Einsatz keine besonders hohen Qualitätsanforderungen gestellt werden.

Liste der Bezugszeichen

- 1 Verfahrensschritt =
Vollspritzen des vorbegrenzten Formnestes mit Kunststoffschmelze
- 2 Verfahrensschritt =
Ruhe- bzw. Pausenzeit für die im Formnest befindliche Kunststoffschmelze und/oder Nachdruckausübung auf die im Formnest befindliche Kunststoffschmelze
- 3 Verfahrensschritt =
Fluidisches Medium auf Kunststoffschmelze im vorbegrenzten Formnest zur Einwirkung bringen
- 4 Verfahrensschritt =
Formnest auf Maximalvolumen vergrößern
- 5 Verfahrensschritt =
Druckkontrolle bzw. -regelung des mengenunabhängig verfügbaren fluidischen Druckmediums
- 6 Verfahrensschritt =
Abzug des fluidischen Druckmediums aus dem Hohlraum des Formteils
- 7 Verfahrensschritt =
Auswerfen des fertigen Formteils aus dem Formnest
- 10
Formteil
- 11
Bodenbereich
- 12

Mantelbereich

13

Wandung

14

Wandung

15

Hohlraum

16

Angußstück

20

Spritzgieß-Formwerkzeug

21

Formhälfte

22

Formhälfte

23

Formnest

24

Angußbuchse

25

Angußkanal

26

Spritzaggregat/Extruder

27

Kernschieber

28

Stellantrieb

29

vorgegebenes Maß

30

Einspritzeinheit

31

thermoplastische Kunststoffschmelze

32

Richtungspfeil

33

Belastungsfeder

34

Schrägfläche

35

Überlaufkanal

36

Nebenkammer

37

Schieber

38

Stellantrieb

39

Belastungsfeder

Patentansprüche

1. Verfahren zum Spritzgießen von Formteilen (10) aus thermoplastischem Kunststoffmaterial, die mit ihren Wandungen (13, 14) einen Hohlraum (15) einschließen, bei welchem ein in seinem Volumen begrenztes (27) Formnest (23) eines Formwerkzeuges

- (20; 21, 22) zunächst mit der Kunststoffschmelze (31) vollgespritzt und dann in seinem Volumen vergrößert (27, 28) sowie mit einem fluidischen Druckmedium (Gas) beaufschlagt wird (30), damit die Kunststoffschmelze (31) sich unter Hohlraumbildung (15) längs der Wandungen des vergrößerten Formnestvolumens (23) verteilt und an diese anlegt, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß erst nach Ablauf einer an den Kunststoffschmelze-Spritzvorgang anschließenden Pausen- oder Ruhezeit in die das vorbegrenzte (27) Formnestvolumen (23) vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze (31) das fluidische Druckmedium (Gas) eingespritzt wird (30),
 - und daß wiederum erst während bzw. mit der Einspritzung (30) und/oder Abhängigkeit von dieser Einspritzung (30) des fluidischen Druckmediums in die Kunststoffschmelze (31) das Volumen des Formnestes (23) gezielt vergrößert wird (28).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das fluidische Druckmedium (Gas) nach Ablauf einer an den Kunststoffschmelze-Spritzvorgang anschließenden Pausen- oder Ruhezeit in die das vorbegrenzte (27) Formnestvolumen (23) vollständig ausfüllende Kunststoffschmelze (31) eingespritzt wird (30).
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß während der Pausen- oder Ruhezeit - die zwischen dem Ende des Einspritzens der Kunststoffschmelze und dem Beginn der Einspritzung des fluidischen Druckmediums liegt - auf das begrenzte Volumen des Formnestes (23) bzw. auf die darin befindliche Kunststoffschmelze (31) ein Nachdruck-Druck ausgeübt wird, und daß auch das fluidische Medium auf das begrenzte Volumen des Formnestes ange-
 setzt wird.
4. Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das fluidische Druckmedium nach dem Einbringen der thermoplastischen Kunststoffschmelze in das Formnest einführbar ist, und bei dem das Formnest ein Teilvolumen hat, das nur zeitweilig zur Aufnahme von Kunststoffschmelze freigebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das nur zeitweilig freigebbare (29) Teilvolumen durch eine Belastungsfeder (33) abgesperrt und/oder entgegen der Wirkung einer Belastungsfeder (39) freigebbar ist.
5. Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das fluidische Druckmedium nach dem Einbringen der thermoplastischen Kunststoffschmelze in das Formnest einführbar ist, und bei dem das Formnest ein Teilvolumen hat, das nur zeitweilig zur Aufnahme von Kunststoffschmelze freigebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das nur zeitweilig freigebbare (29) Teilvolumen im Formnest (23) selbst ausgebildet und in seinen Abmessungen von darin verlagerbaren Füllstücken (27) bestimmt ist (Figuren 2 bis 4).
6. Formwerkzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das nur zeitweilig freigebbare (29) Teilvolumen von einem in das Formnest (23) hineinragenden Kernschieber (27) bestimmt ist.
7. Formwerkzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das nur zeitweilig freigebbare (29) Teilvolumen in mindestens einem Raumabschnitt des Formnestes (23) liegt, der durch ein seinem Querschnitt angepaßtes, verlagerbares Füllstück freigebbar ist (Figuren 6 und 7 bzw. 8 und 9).
8. Formwerkzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das Teilvolumen (36) in einem Bereich neben dem eigentlichen Formnest (23) liegt und an dieses über einen wahlweisen absperbaren und freigebbaren Überlauf (35) anschließt.
9. Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das fluidische Druckmedium nach dem Einbringen der thermoplastischen Kunststoffschmelze in das Formnest einführbar ist, und bei dem das Formnest ein Teilvolumen hat, das nur zeitweilig zur Aufnahme von Kunststoffschmelze freigebbar ist, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß das nur zeitweilig freigebbare (29) Teilvolumen durch Fremdsteuerung (28 bzw. 38) und/oder durch Drucksteuerung und/oder durch Zeitsteuerung freigebbar ist.
10. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,
 daß die Füllstücke (27) für das Teilvolumen und/oder die Stellorgane (37) für den Überlauf (35) durch Fremdsteuerung (28 bzw. 38)

und/oder durch Drucksteuerung (33 bzw. 39)
und/oder durch Zeitsteuerung betätigbar sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

9

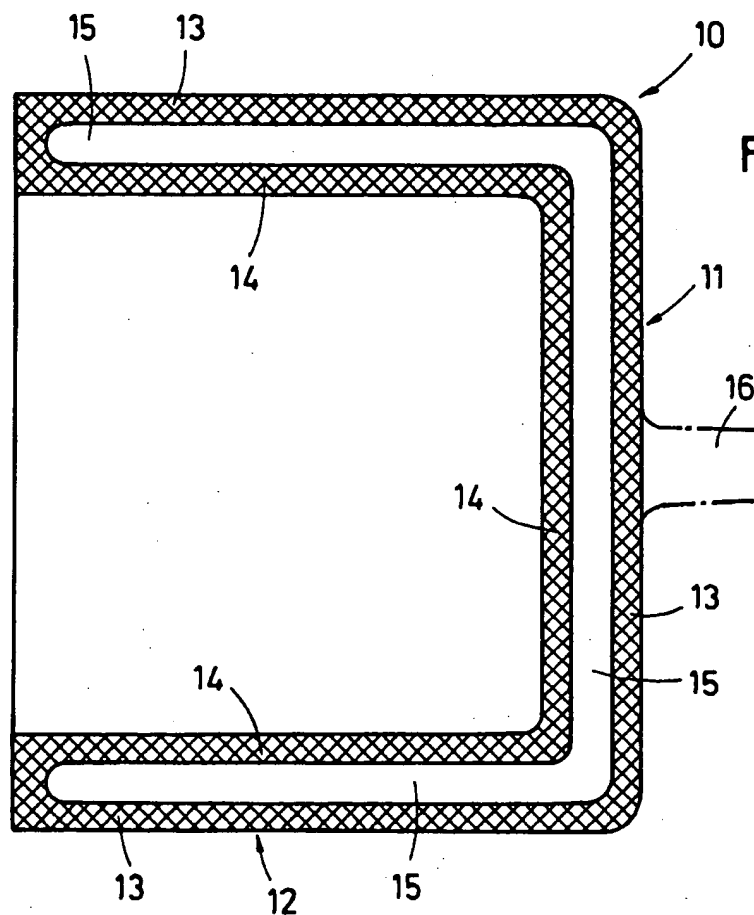


Fig. 1

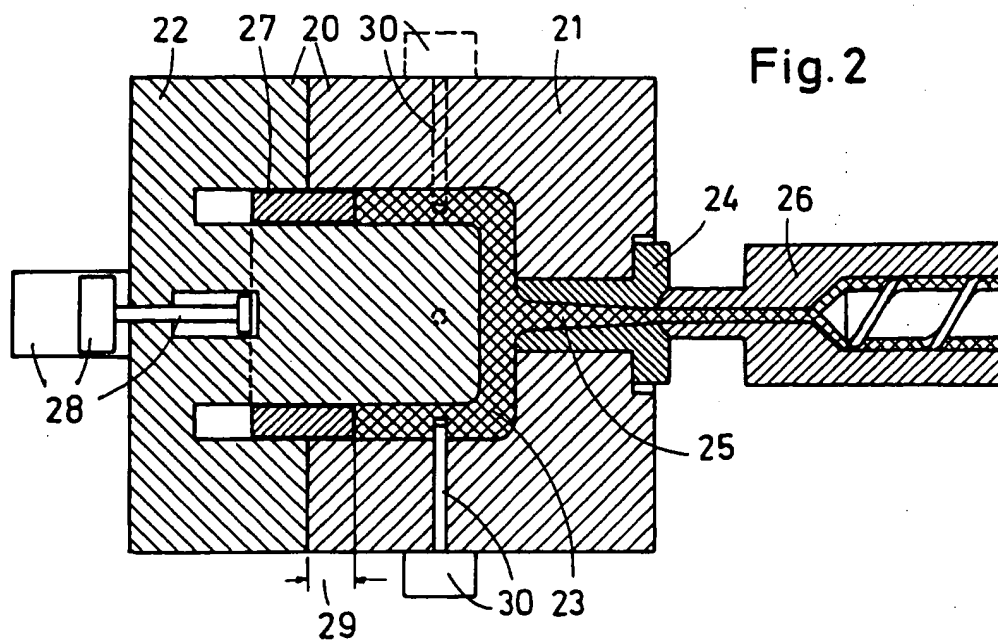
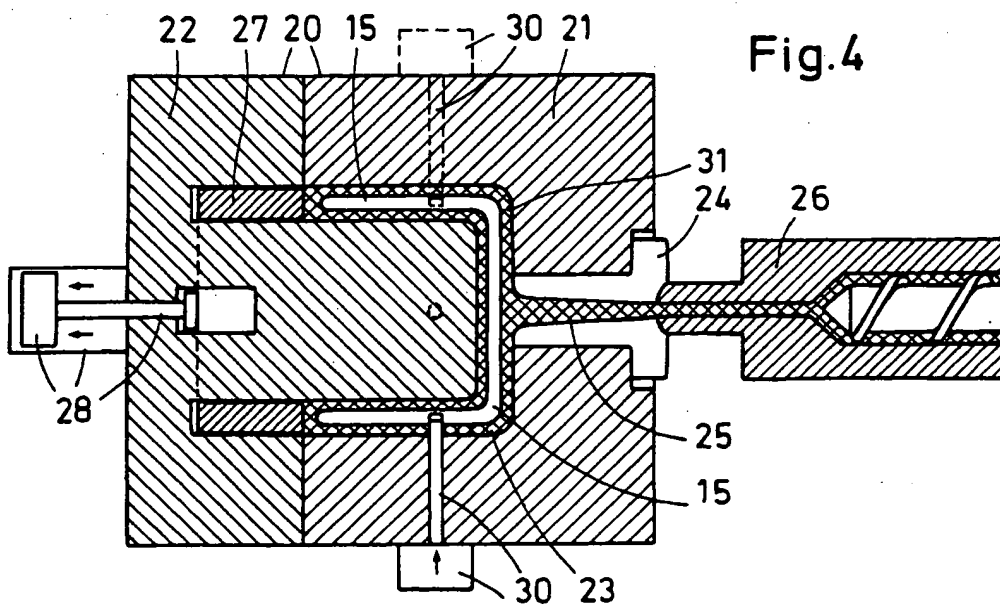
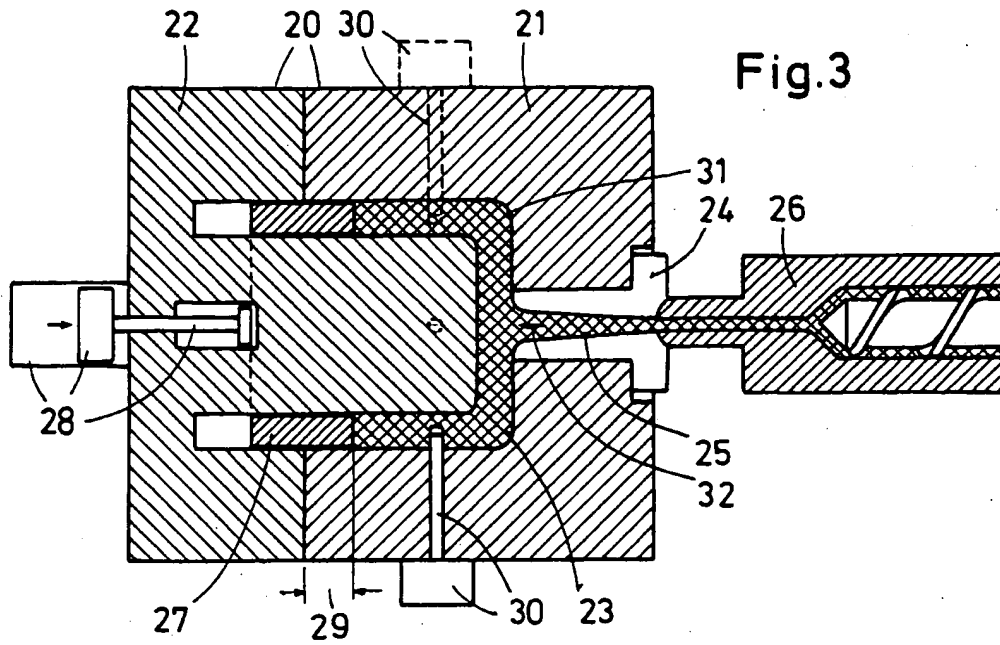


Fig.2



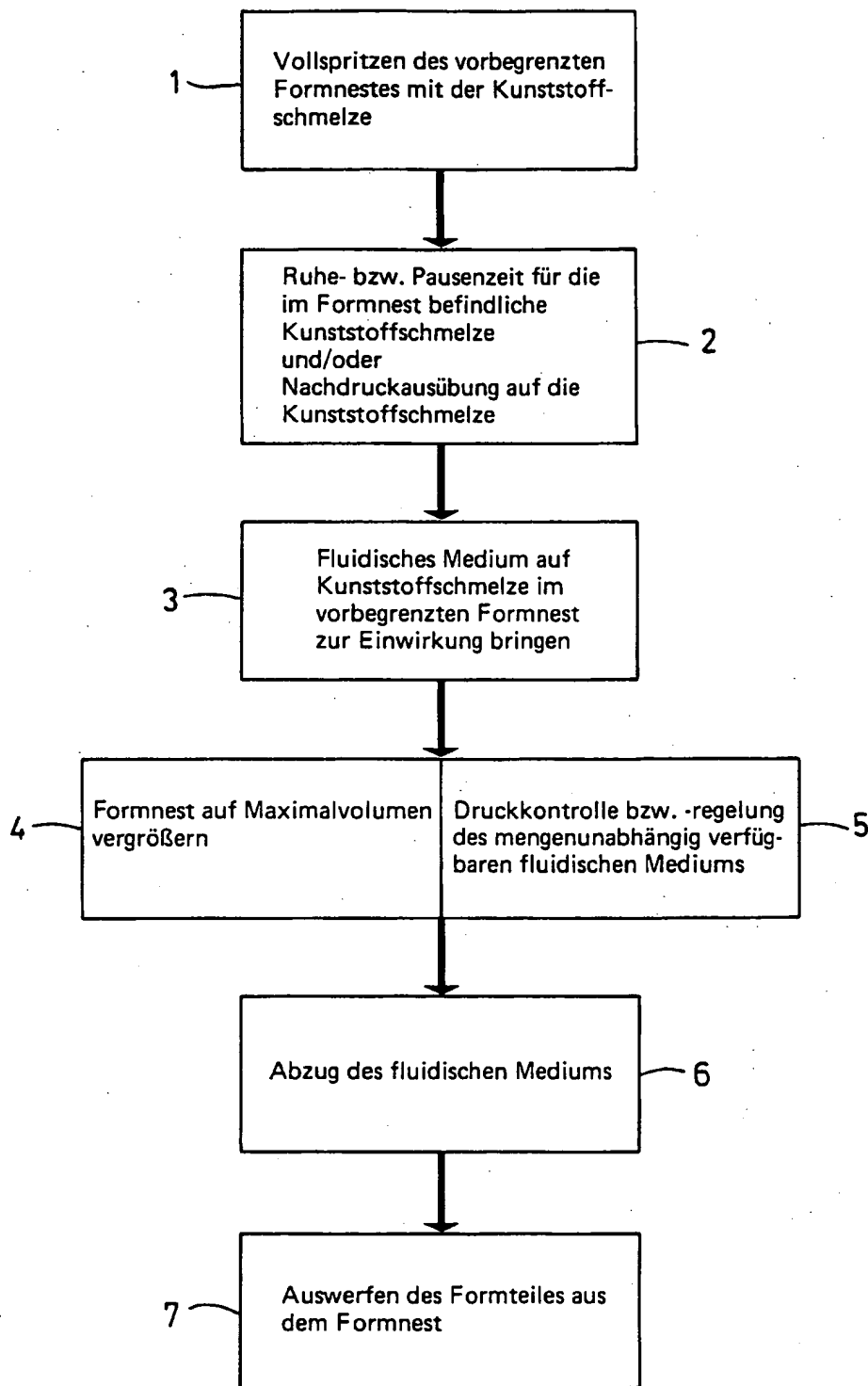


Fig.5

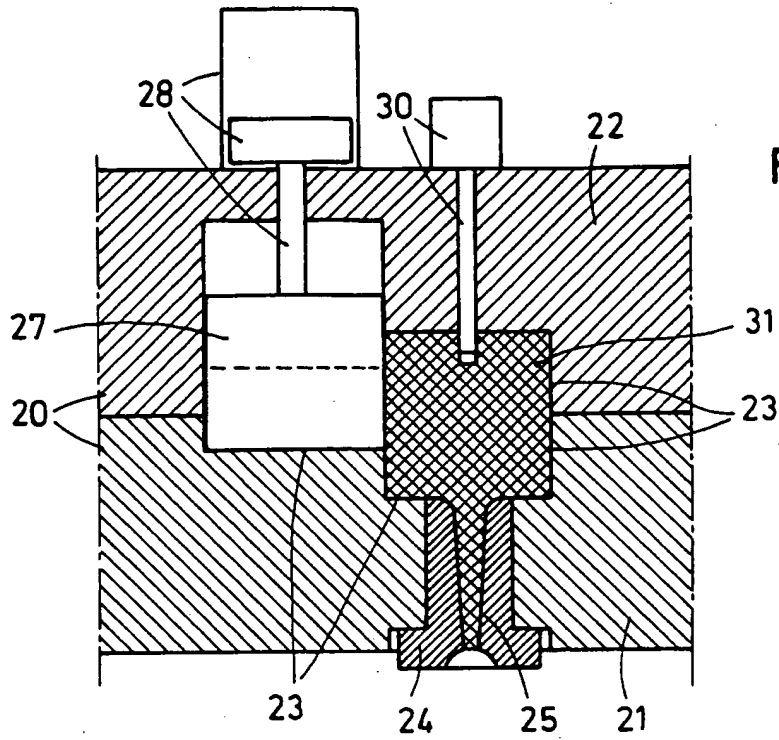


Fig. 6

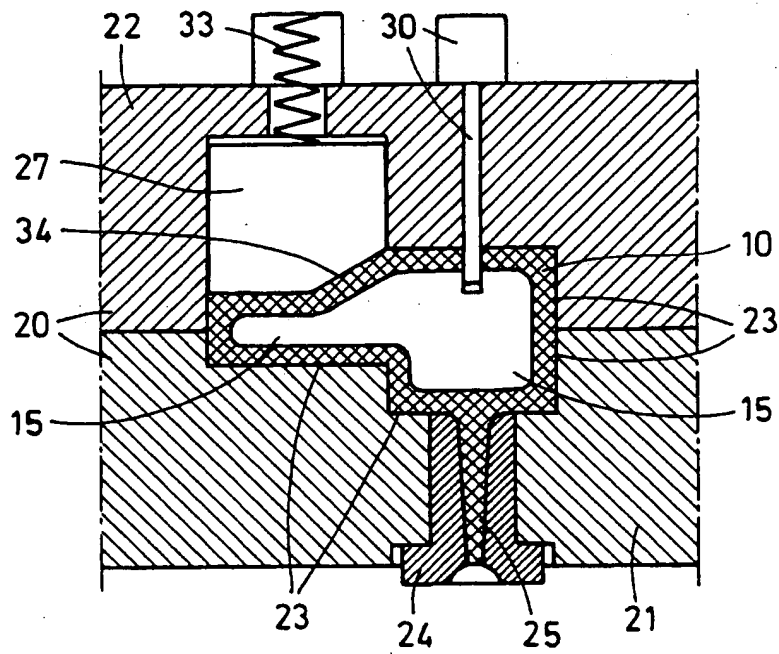


Fig. 9

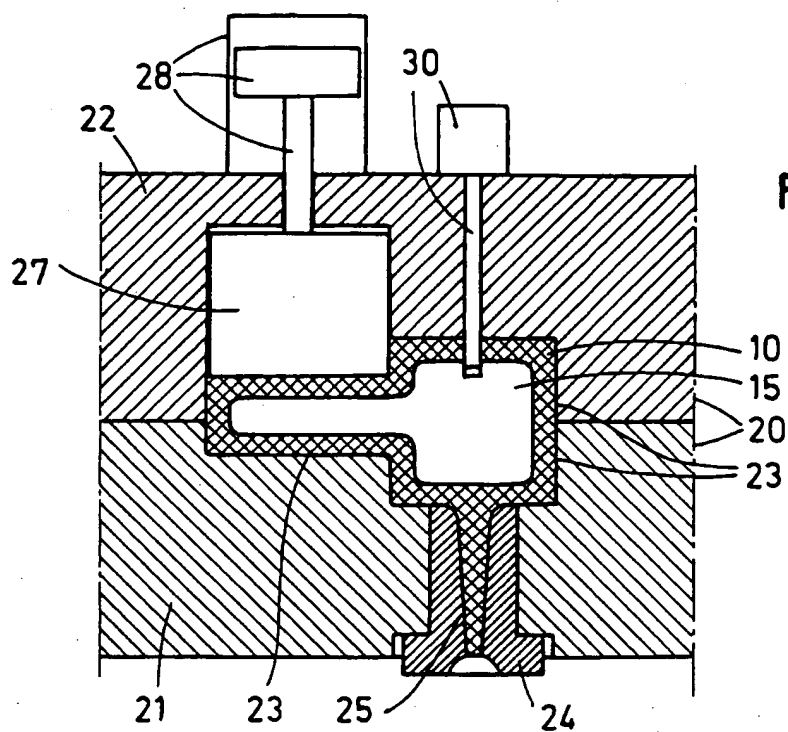


Fig. 7

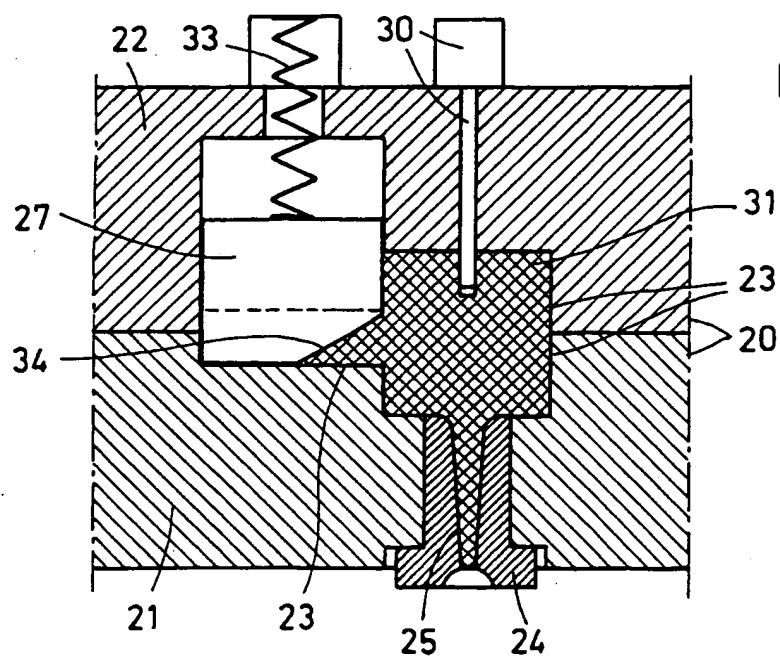


Fig. 8

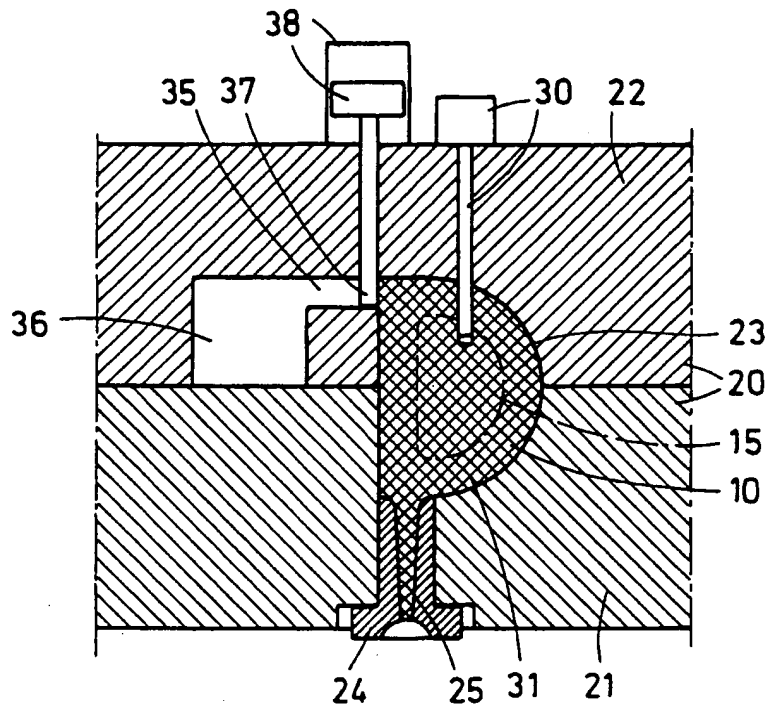


Fig.10

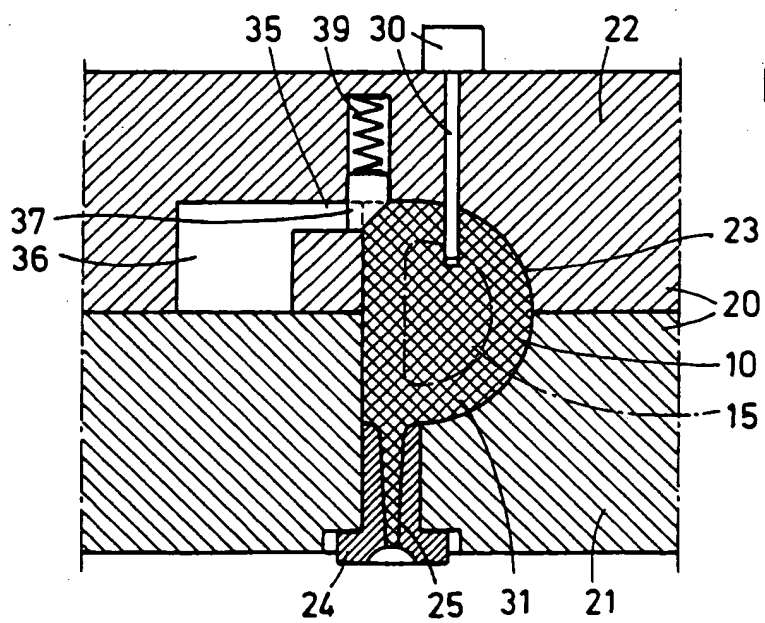


Fig.11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 8506

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
X Y	EP-A-0 440 020 (SCHADE KG) * Spalte 6, Zeile 21 - Zeile 28; Abbildungen *	1,4-6,9 8	B29C45/17
X	US-A-4 101 617 (FRIEDERICH) * Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 56; Abbildungen 2,3 *	1,4-6	
X	US-A-2 331 688 (HOBSON) * Seite 2, linke Spalte, Absatz 5 -Absatz 7; Abbildungen 1-3 *	1,4-6	
X A	WO-A-92 07697 (DELBROUCK) * das ganze Dokument *	1,4-6 3	
X	EP-A-0 529 080 (ASAHI KASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * das ganze Dokument *	1,4-6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 120 (M-1096) 25. März 1991 & JP-A-03 009 820 (ASAHI CHEM IND CO LTD) * Zusammenfassung *	1,4-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5) B29C
Y	GB-A-2 260 932 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * Seite 6, Absatz 2 - Seite 10, Absatz 3; Abbildungen 1,2 *	8	
Y	EP-A-0 438 279 (KETER PLASTIC) * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 41; Abbildungen 1,2 *	8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschließdatum der Recherche 16. September 1994	Prüfer Bollen, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

TRANSLATION ACES

29 Broadway ♦ Suite 2301

New York, NY 10006-3279

Tel. (212) 269-4660 ♦ Fax (212) 269-4662



[Translation from German]

(19) **European Patent Office**

(11) Patent Number: **0,628,395 A1**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(21) Application Number: **94108506.0**

(51) Int. Cl.⁵: **B29C 45/17**

(22) Application Date: **3 June 1994**

(30) Priority: **11 June 1993 DE 4319381**

(43) Publication Date: **14 December 1994 Patent Bulletin 94/50**

(84) Designated Contracting States: **AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU**

MC NL PT SE

(71) Applicant: **Battenfeld GmbH
Scherl 10
D-58640 Meinerzhagen (DE)**

(72) Inventor: **Eckardt, Helmut, Dipl.-Eng.
Goethestrasse 18
D-58540 Meinerzhagen (DE)**

Inventor: **Ehritt, Jürgen, Dipl.-Eng.
Auf der Platte 3
D-57271 Hilchenbach (DE)**

(74) Representative: **Müller, Gerd
Patent Attorneys
Hemmerich-Müller-Grosse
Pollmeier-Valentin-Gihske
Hammerstrasse 2
D-57072 Siegen (DE)**

(54) **Method for Injection Molding Articles of Thermoplastic Material and Mold
for Carrying Out Said Method**

- (57) A method is proposed for producing injection molded articles 10 of thermoplastic material whose walls 13, 14 enclose a hollow space 15, wherein a mold cavity 23 with an initially reduced volume of a mold 20 is first injected full of the plastic melt 31, then its volume is enlarged and it is subjected to a fluidic pressure medium so that the plastic melt 31 distributes along and contacts the walls of the enlarged mold cavity volume while forming a hollow space.

So that the desired or required hollow spaces 15 in the molded articles 10 can be formed with exact reproducibility, the fluidic pressure medium is injected into the plastic melt 31 that completely fills the initially reduced mold cavity volume – if desired after a quiescent or rest period following the plastic injection process – and the volume of the mold cavity 23 is selectively enlarged only during or in conjunction with said injection and/or as a function of this injection of the fluidic pressure medium into the plastic melt 31.

Method for Injection Molding Articles of Thermoplastic Material and Mold for Carrying out said Method

The invention concerns a method for injection molding articles of thermoplastic material whose walls enclose a hollow space, wherein a cavity with an initially reduced volume of a mold is first injected full of the plastic melt, then its volume is enlarged and it is subjected to a fluidic pressure medium (gas) so that the plastic melt distributes along and contacts the walls of the enlarged mold cavity volume while forming a hollow space.

The invention also relates to a mold for carrying out this method wherein the fluidic pressure medium can be introduced into the mold cavity after injection of the plastic melt and wherein the mold cavity has a section that can only be unblocked to accommodate plastic melt at certain times.

A method of the generic type and a mold for carrying it out are already known, as is clear from US-A-5,028,377, for example.

According to this prior art, first the mold cavity is filled completely with the plastic melt. Then an increase in the initially reduced volume of the mold cavity is accomplished, and the plastic melt is subsequently subjected to a fluidic pressure medium, in particular a gas, so that it distributes along and contacts the walls of the enlarged mold cavity volume while forming a hollow space in its interior, producing the exact contour of the molded article.

This method of manufacturing injection molded articles of thermoplastic material is always used when the volume shrinkage of the plastic melt injected into a mold cavity is not by itself sufficient to allow the formation of the desired, or even required, hollow

space within the molded article in question by injection of the fluidic pressure medium (gas).

However, this method of manufacture is also used to produce injection molded articles from plastic material when it is necessary to ensure that the fluidic pressure medium injected to form the hollow space does not penetrate thin-walled regions of the molded article in an undesirable manner; consequently a certain degree of cooling of the plastic melt is needed before injection of the fluidic medium starts. Only the possibility of a later expansion of the volume of the mold cavity ensures that satisfactory formation of the hollow space in the molded part can be achieved by injection of the fluidic pressure medium in this case.

All applications of the method disclosed by US-A-5,028,377 suffer a significant problem, however. As a result of the volume enlargement following injection of plastic melt to fill the mold cavity of initially reduced volume, a pressure drop inevitably occurs in this plastic melt before the fluidic pressure medium begins to act thereon. This pressure drop proves to be extremely undesirable in practice, however, because it impedes or prevents reproducible formation of the hollow spaces in the molded articles in question.

The object of the invention is to specify a method of the generic type and also a mold for carrying out said method that, essentially without significant added technical effort, ensures the production of molded articles from thermoplastic material wherein the desired or required hollow spaces can be formed with exact reproducibility.

The object with regard to the method is achieved in accordance with the invention in that the fluidic pressure medium (gas) is injected into the plastic melt that

completely fills the initially reduced mold cavity volume, and in that the volume of the mold cavity is selectively enlarged only during or in conjunction with the injection and/or as a function of the injection of the fluidic pressure medium into the plastic melt.

It has proven especially useful in accordance with the invention for the fluidic pressure medium (gas) to be injected into the plastic melt that completely fills the initially reduced mold cavity volume only after a quiescent or rest period following the plastic injection process.

It is moreover advantageous in accordance with the invention that, during the quiescent or rest period that takes place between the end of the plastic melt injection and the start of injection of the fluidic pressure medium, not only is the injection pressure produced by the injection unit maintained, but an additional holding pressure can also be applied to the reduced mold cavity volume or the plastic melt located therein, and also that the fluidic medium can be applied to the reduced mold cavity volume or the plastic melt located therein before the working pressure produced by the injection unit drops off.

However, as mentioned above, selective enlargement of the volume of the cavity in the mold need not always take place only after a quiescent or rest period. Rather, it can if desired also take place in a precisely controlled or regulated manner, for example in a pressure-dependent, path-dependent and/or time-dependent way. Pressure-dependent control or regulation in this context can be achieved by measurement of the melt pressure or hydraulic pressure present in or at the plasticator, or by measurement of the melt pressure in the mold, wherein in the latter case the measurement should take place at a point where enlargement of the mold cavity volume starts.

Path-dependent control or regulation of volume enlargement of the mold cavity can be achieved as a function of the screw position in the plasticator, while the start of melt injection into the mold cavity can be used for time-dependent control or regulation. It is possible in this way to start volume enlargement only at a certain compression of the melt in the mold cavity.

An important process refinement in accordance with the invention, however, is that the pressure level of the fluidic medium during volume enlargement of the mold cavity is controlled and/or regulated and thus can be optimally adapted to the applicable requirements. During this time the fluidic medium is available in practically unlimited quantities and in the normal case is always held at the same pressure level by the control or regulation. It is also conceivable, however, to execute a predefinable pressure profile that includes, for example, a rising and falling pressure curve.

A generic mold for carrying out the method disclosed above, wherein the mold cavity has a section that is unblocked to accommodate plastic melt only at certain times, can on the one hand be constructed in accordance with the invention such that the section is formed in the mold cavity itself and its dimensions are determined by filler pieces movable therein.

Alternatively, however, it is also possible in such a mold for the section to be located in a region adjacent to the actual mold cavity and to adjoin the latter through an overflow that can be blocked or unblocked as desired.

In the first case, in turn, it is possible either for the section to be defined by a core slide that projects into the mold cavity, or for the section to be located in at least one zone of the mold cavity which can be unblocked by a movable filler piece matched to its

cross-section. Alternatively, in the second case the overflow can be blocked and unblocked by a mechanical actuator, such as a slide.

In any case, it is advantageous in accordance with the invention if the filler pieces for the section and/or the actuators for the overflow are operable by external control and/or by pressure control and/or by time control, because this allows the mold to be adjusted easily to a wide variety of requirements.

External control can be accomplished by pneumatic and/or hydraulic cylinder, but also by electrical drive such as solenoids, spindle motors or the like, for both the forward and reverse motion of the filler pieces or actuators.

Motion control for the filler pieces or actuators can also be accomplished as a function of the pressure of the plastic melt and/or the fluidic medium, however. In this context, it is possible on the one hand to use the pressure in the plastic melt or the fluidic medium to trigger the external control. On the other hand, the plastic melt or the fluidic medium can also be used to act directly on the filler pieces that affect the section in the mold cavity if said filler pieces determine the initially reduced mold cavity volume through energy storing devices such as spring pressure. When a certain melt pressure is reached at the slide that is loaded by the energy storage device, said slide is forced back out of the position defining the initially reduced mold cavity volume and thus automatically produces the intended enlargement of the mold cavity volume.

Automatic pressure control of the last type mentioned can also work in combination with an external control mechanism, for example in such a manner that volume enlargement of the mold cavity takes place solely against the energy storage device as a function of melt pressure, and hence automatically, while the return to the

initially reduced mold cavity volume is at least assisted by (pneumatic, hydraulic or electric) external control.

When molds are used wherein enlargement of the mold cavity volume is accomplished by the means that the section is located in a region adjacent to the actual mold cavity and adjoins the latter through an overflow that can be blocked or unblocked as desired, there exists the advantageous possibility to use this auxiliary cavity itself as an additional mold cavity. Auxiliary molded articles can then be produced simultaneously in this additional mold cavity using the excess melt arising during the production of the primary molded articles. This possibility is advantageous especially when the quality requirements for the auxiliary molded parts are not particularly stringent.

The invention is described in detail below using example embodiments. The drawings show:

Fig. 1 a longitudinal section of a pot-shaped injection molded article of plastic material with a hollow space enclosed in its bottom wall and also in its side wall,

Fig. 2 a longitudinal section of an injection mold suitable for producing the injection molded article from Fig. 1 that has the sprue of the mold cavity resting against the nozzle end of an injection unit prior to the start of an injection molding process.

Fig. 3 the injection mold after performance of the first phase of an injection molding process for the molded article, in a section as in Fig. 2,

Fig. 4 the injection mold after completion of the final phase of the injection molding process for producing the molded article,

Fig. 5 a flow diagram of the steps of the injection molding process according to the invention,

Fig. 6 a longitudinal section through another embodiment or design of an injection mold after performance of the first phase of the injection molding process for the molded article,

Fig. 7 the injection mold from Fig. 6 at the end of the injection molding process,

Fig. 8 yet another design or embodiment of an injection mold in longitudinal section after performance of the first phase of the injection molding process for the molded article,

Fig. 9 the injection mold from Fig. 8 at the end of the injection molding process for producing the molded article, and

Figs. 10 and 11

each show longitudinal sections of two additional designs or embodiments of an injection mold in longitudinal section after performance of the first phase of an injection molding process for the molded article.

Fig. 1 of the drawing shows a pot-shaped molded article 10 made of an injection-moldable plastic, having a bottom region 11 and a side region 12 that adjoins thereto as a single piece. The bottom region 11 and the side region 12 of the molded article enclose a hollow space 15 between an outer wall 13 and an inner wall 14, as can easily be seen from Fig. 1 of the drawings.

Since the entire molded article 10 is produced by injection molding of a thermoplastic material in an injection mold, Fig. 1 of the drawing also shows, with dashed lines, the sprue 16 that is necessarily produced during injection molding and is cut off after ejection from the injection mold.

Figs. 2 through 4 of the drawings show an injection mold 20 for producing the molded article 10 from Fig. 1 in a preferred embodiment and design. It has two mold halves 21 and 22 that are moved together to define a mold cavity 23, and in the process interlock at least partially. To open the mold cavity 23, in contrast, the two mold halves 21 and 22 are moved apart.

Figs. 2 through 4 each show the injection mold 20 in its closed state wherein the two mold halves 21 and 22 rest against one another and interlock. The mold half 21 is connected by a sprue bushing 24 to a gate 25 at the nozzle end of an injection unit or extruder 26.

The second mold half 22 of the injection mold 20 is equipped with a so-called core slide 27, which can be advanced at least partway into the mold cavity 23 and can also be withdrawn therefrom. For this purpose, an actuator 28 can be used, which sits on the mold half 22 and in the example embodiment shown comprises a piston/cylinder unit that can be actuated hydraulically or pneumatically. However, a spindle motor or a solenoid that engages with the core slide 27 may also be used equally well as the actuator 28.

As can be seen in Figs. 2 and 3, the core slide 27 is advanced a predetermined distance 29 into the mold cavity 23 with the aid of the actuator 28 at the start of each injection molding process. Said cavity is initially reduced by this means to a volume

(Fig. 2) that is smaller than the total volume of the molded article 10 to be produced herein through injection molding.

While thermoplastic melt can be fed from the injection unit or extruder 26 into the mold cavity 23 through the gate 25 of the sprue bushing 24, at least one, preferably several, injection units 30 are associated with the injection mold 20, for example also at its mold half 21, through which a fluidic pressure medium, for example liquid or gas, can be fed into the mold cavity 23 in addition to the thermoplastic melt 31.

Fig. 5 of the drawings shows a flow diagram of the steps of an injection molding process that can be used to produce the molded article 10 in Fig. 1 in an injection mold 20 shown in Figs. 2 - 4.

At the beginning of each individual injection molding process or cycle, the injection mold 20 is in the state shown in Fig. 2. The volume of the mold cavity 23 is initially reduced by the core slide 27 that has been advanced the predetermined distance 29 by the actuator 28. This initially reduced volume of the mold cavity 23 is then injected full or filled as in Fig. 3 with the thermoplastic melt 31 as is shown schematically in Fig. 5 by block 1. The filling or full injection of the mold cavity 23 with plastic melt 31 can be followed by a rest or quiescent period as is indicated in Fig. 5 by the dashed box 2. During this rest or quiescent period 2, a so-called holding pressure, which is indicated in Fig. 3 by the directional arrow, can be exerted on the plastic melt 31 in the mold cavity 23, for example by the injection unit or extruder 26. Thus, during the rest or quiescent period 2, it is not only possible to maintain the melt pressure produced by the injection unit or extruder 26 in the plastic melt contained in the reduced volume of the mold cavity 23, but also to expose it to a holding pressure exceeding the

normal melt pressure. This has the result that the melt layers next to the walls of mold cavity 23 are pressed tightly against the mold walls and consequently are formed exactly, even though the zones of plastic melt a distance away from the mold walls are still molten.

After the rest or quiescent period 2, if applicable, has elapsed, the fluidic pressure medium is brought into action in the thermoplastic melt 31 contained in the reduced volume of the mold cavity 23 through the injection units 30, said medium having a pressure level that corresponds at least to the melt pressure present in the mold cavity 23 after the end of the injection process 1.

Only after the fluidic pressure medium has been applied to the mold cavity 23 of the injection mold 20 as shown in block 3 of Fig. 5 is the initially reduced volume of the mold cavity 23 selectively enlarged (cf. Figs. 3 and 4) by means of the actuator 28, as indicated by block 4 of Fig 5. During or in conjunction with the selective volume enlargement of the mold cavity 23, an injection of the fluidic pressure medium takes place in such an amount that a molded article 10 is produced in which a hollow space 15 is formed whose volume corresponds at least to the volume by which the mold cavity 23 has been increased by withdrawing the core slide 27 by the predetermined distance 29.

During the enlargement of the mold cavity 23 from its initially reduced volume (cf. Figs. 2 and 3) to the maximum volume (cf. Fig. 4) as indicated by the box 4 in Fig. 5, it is important that the pressure level of the fluidic medium (liquid or gas) supplied through the injection units 30 remains continuously under pressure control or regulation, as is indicated by block 5 in Fig. 5. Furthermore, it is especially important in this context that the fluidic pressure medium does not act into the mold cavity 23 with a volume-limited

amount, but instead is available in essentially unlimited volume, so that simple pressure control or regulation of the fluidic pressure medium can be used at essentially all times.

Once the molded article 10 is adequately hardened inside the injection mold 20 as shown in Fig. 4, the fluidic pressure medium is removed from the hollow space 15 formed in the molded article 10, for example via the injection units 30, as is indicated by block 6 in Fig. 5. The injection mold can then be opened by separating its two mold halves 21 and 22, and the molded article 10 can finally be ejected from the injection mold 23, as is indicated by block 7 in Fig. 5.

The injection molding from thermoplastic material of molded articles 10 that enclose a hollow space 15 with their walls 13 and 14 is described above using Figs. 1-5. In this production method, a mold cavity 23 of the injection mold 20, whose volume is initially reduced as shown in Figs. 2 and 3, is injected full of plastic melt 31 (Fig. 3) and then has its volume enlarged (Fig. 4) and is also subjected to a fluidic pressure medium (gas or liquid) so that the plastic melt 31 distributes along the walls of the enlarged mold cavity volume and contacts them while forming a hollow space 15.

It is particularly important here that

- the fluidic pressure medium (gas or liquid) is injected into the plastic melt 31 that completely fills the initially reduced mold cavity volume, if desired after a rest or quiescent period that follows the plastic injection process, and that

- the volume enlargement of the mold cavity selectively takes place or is performed only during or in conjunction with the injection and/or as a function of the injection of this fluidic pressure medium into the plastic melt.

Since the motion of the core slide 27 that serves to enlarge the volume of the mold cavity 23 is accomplished by an actuator 28 in the example embodiment of an injection mold 20 shown in Figs. 2 - 4, the injection mold 20 can operate in a variety of ways. Thus, the actuator 28 for the core slide 27 can be triggered by external control that is activated only after filling of the mold cavity 23 with thermoplastic melt and/or after the fluidic pressure medium begins to act on this plastic melt 31. However, the trigger for the actuator 28 can also be a specific melt pressure in the mold cavity 23 or the application of the fluidic pressure medium to the plastic melt 31 contained in the mold cavity 23. In addition to an externally controlled component and a pressure-controlled component, a time-controlled component can also be integrated in the injection mold 20 for the volume enlargement of the mold cavity 23. In any case, however, it must be ensured that a volume enlargement of the volume-reduced mold cavity 23 injected full of thermoplastic melt 31 cannot ever take place until after the action of the fluidic pressure medium on this plastic melt 31 has already begun.

Whereas, in the injection mold as shown in Figs. 2-4, the mold cavity 23 functions together with a core slide 27 that need only be withdrawn within the actual mold cavity 23 in order to unblock additional areas therein for the molded article 10 that is to be formed, Figs. 6 and 7 show a design for an injection mold 20 with a mold cavity 23 that corresponds to the entire outside contour of the molded part 10 that is to be produced therein, but wherein a part of this outside contour is at times completely filled by a core slide 27 that can be laterally advanced and withdrawn. Here, too, the core slide 27 is moved by an externally controllable actuator 28.

Figs. 8 and 9 show an injection mold 20 that has the same basic design as the injection mold in Figs. 6 and 7.

However, here the actuator 28 for the core slide 27 is replaced by a load spring 33 that serves to hold the core slide 27 in its blocking position as in Fig. 8. The force of the load spring 33 here is set such that it holds the core slide 27 in its blocking position as in Fig. 8 until a specific internal pressure in the mold cavity 23 is exceeded.

This pressure exceedance can be produced by the fluidic pressure medium supplied through the injection units 30 into the mold cavity 23 and the thermoplastic melt 31 located therein. The action of the pressure increase on the angled surface 34 of the core slide 27 creates a force component that raises the core slide 27 against the action of the load spring 33 and thus displaces it from the previously blocked region of the mold cavity 23, as is shown in Fig. 9. By this means, the thermoplastic melt is pressed against all of the inside walls of the entire mold cavity 23, thus forming the molded article 10 with the hollow space 15.

Additional injection molds 20 can be seen in Figs. 10 and 11 wherein the entire volume of the mold cavity 23 required for the formation of a molded article 10 is always available or is available from the beginning.

However, so as to make it possible to form a molded article 10 that has a hollow space 15 by injecting fluidic pressure medium through the injection units 30 into the plastic melt 31 that fills the mold cavity 23, special additional measures are taken here. These additional measures are that the actual mold cavity 23 adjoins, via an overflow channel 35, an auxiliary chamber 38 into which the excess thermoplastic melt can be displaced. In this regard, the overflow 35 is normally blocked off from the mold cavity 23

by a mechanical actuator, for example a slide 37. However, as soon as the fluidic pressure medium delivered through the injection units 30 begins to act on the plastic melt filling the actual mold cavity 23, the slide 37 can be unblocked to open the overflow 35 so that the excess plastic melt 31 can then move into the auxiliary chamber 36. In this context, the slide 37 in Fig. 10 can be actuated by external control, for example by an actuator 38, while in Fig. 11 it can be actuated by pressure control, for example in that it is pushed into the open position against the action of a load spring 39.

It is also important in the example embodiments in Figs. 10 and 11 that the fluidic pressure medium in the mold cavity 23 begins to act on the plastic melt 31 before the overflow 35 to the auxiliary chamber 36 is opened.

Finally, it should once again be noted that in all of the aforementioned cases there exists the possibility to operate an automatic pressure control in combination with an external control, for example in such a way that either a volume enlargement of the mold cavity itself or an overflow therefrom is accomplished by melt pressure solely against the action of an energy storage device and thus automatically, while the return to the initially reduced mold cavity volume or the blocking of the overflow can at least be assisted by external pneumatic, hydraulic or electric control.

Lastly, it is worth taking notice of an advantageous possibility for using the injection mold 20 from Figs. 10 and 11. Specifically, it is conceivable with such an injection mold 20 for the auxiliary chamber 36 that adjoins the actual mold cavity 23 to itself be used as an additional mold cavity. In this case, the excess plastic melt from the production of the molded article 10 can produce molded plastic articles in the auxiliary

chamber 36 which now acts as a mold cavity, especially articles whose practical use is not subject to particularly high quality requirements.

List of Reference Numbers

- 1 Process step = Injecting the initially reduced mold cavity full of plastic melt
- 2 Process step = Rest or quiescent period for the plastic melt located in the mold cavity and/or application of holding pressure to the plastic melt located in the mold cavity
- 3 Process step = Applying action of fluidic medium to plastic melt in initially reduced mold cavity
- 4 Process step = Enlarging mold cavity to maximum volume
- 5 Process step = Pressure control or regulation of the fluidic pressure medium available independent of quantity
- 6 Process step = Removing fluidic pressure medium from the hollow space of the molded article
- 7 Process step = Ejecting the finished molded article from the mold cavity
- 10 Molded article
- 11 Bottom region
- 12 Side region
- 13 Wall
- 14 Wall
- 15 Hollow space
- 16 Sprue
- 20 Injection mold
- 21 Mold half
- 22 Mold half

- 23 Mold cavity
- 24 Sprue bushing
- 25 Gate
- 26 Injection unit/extruder
- 27 Core slide
- 28 Actuator
- 29 Predetermined distance
- 30 Injection unit
- 31 Thermoplastic melt
- 32 Directional arrow
- 33 Load spring
- 34 Angled surface
- 35 Overflow channel
- 36 Auxiliary chamber
- 37 Slide
- 38 Actuator
- 39 Load spring

Claims

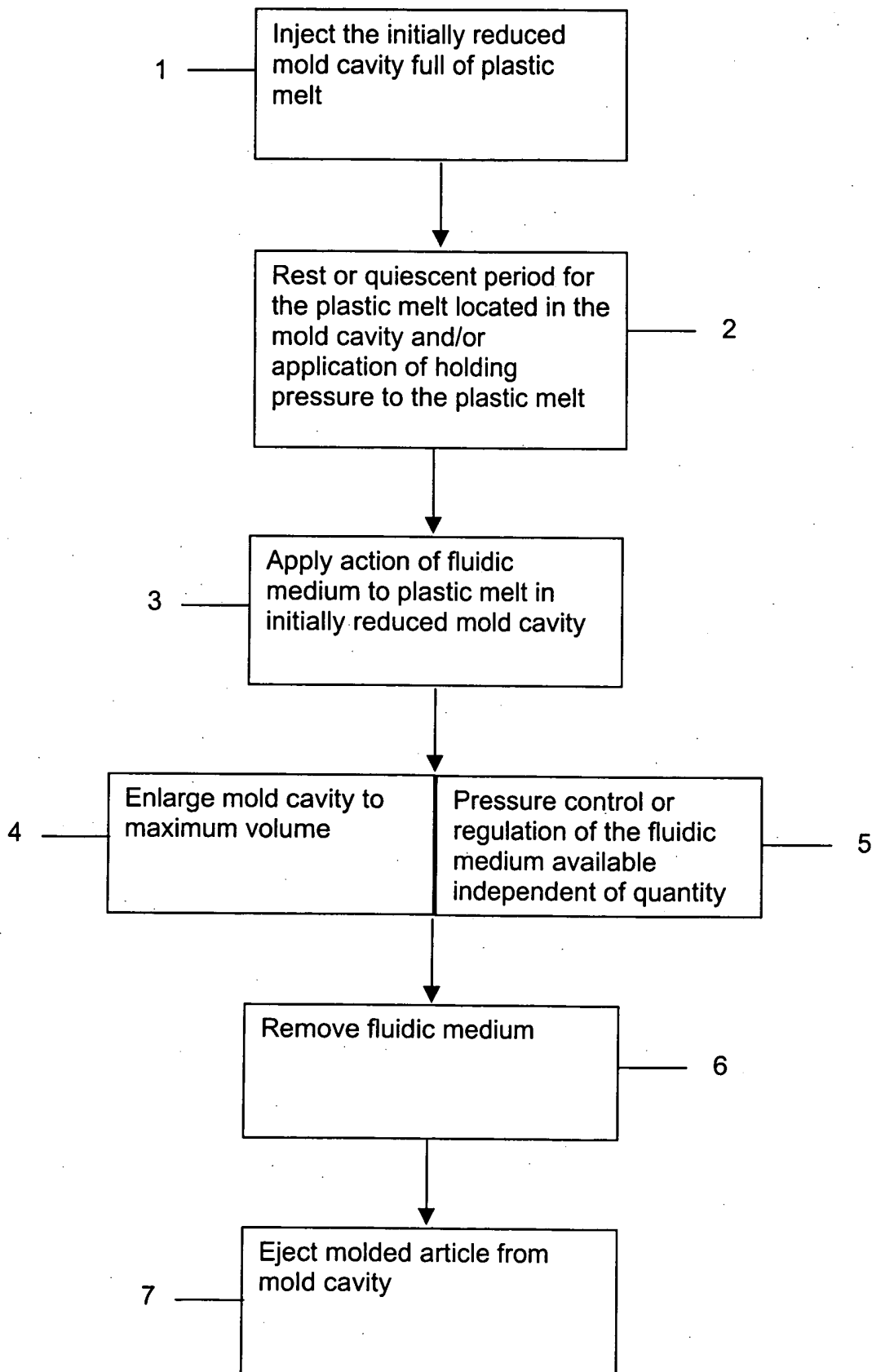
1. Method for injection molding of molded articles (10) of thermoplastic material whose walls (13, 14) enclose a hollow space (15), wherein a cavity (23) with an initially reduced volume (27) of a mold (20; 21, 22) is first injected full of the plastic melt (31), then its volume is increased (27, 28) and it is subjected (30) to a fluidic pressure medium (gas) so that the plastic melt (31) distributes along and contacts the walls of the enlarged mold cavity volume (23) while forming a hollow space (15), **characterized in that**,
 - only after a quiescent or rest period following the plastic injection process is the fluidic pressure medium (gas) injected (30) into the plastic melt (31) that completely fills the initially reduced (27) mold cavity volume (23),
 - and in that, in turn, only during or in conjunction with the injection (30) and/or as a function of this injection (30) of the fluidic pressure medium into the plastic melt (31) is the volume of the mold cavity (23) selectively enlarged (28).
2. Method from claim 1, **characterized in that** the fluidic pressure medium (gas) is injected (30) into the plastic melt (31) that completely fills the initially reduced (27) mold cavity volume (23) only after a quiescent or rest period following the plastic injection process.
3. Method from claim 2, **characterized in that**, during the quiescent or rest period that takes place between the end of plastic melt injection and the start of injection

of the fluidic pressure medium, an additional holding pressure is applied to the reduced mold cavity volume (23) or the plastic melt (31) located therein, and in that that the fluidic medium is also applied to the reduced mold cavity volume.

4. Mold for carrying out the method from one of claims 1 – 3, wherein the fluidic pressure medium can be introduced into the mold cavity after injection of the thermoplastic melt and wherein the mold cavity has a section that can only be unblocked to accommodate plastic melt at certain times, **characterized in that** the section that can only be unblocked at certain times (29) is blocked by a load spring (33) and/or can be unblocked against the action of a load spring (39).
5. Mold for carrying out the method from one of claims 1 – 4, wherein the fluidic pressure medium can be introduced into the mold cavity after injection of the thermoplastic melt and wherein the mold cavity has a section that can only be unblocked to accommodate plastic melt at certain times, **characterized in that** the section that can only be unblocked at certain times (29) is formed in the mold cavity (23) itself and its dimensions are determined by filler pieces (27) movable therein (Figs. 2 - 4).
6. Mold from claim 5, **characterized in that** the section that can only be unblocked at certain times (29) is defined by a core slide (27) projecting into the mold cavity (23).

7. Mold from claim 5, **characterized in that** the section that can only be unblocked at certain times (29) is located in at least one zone of the mold cavity (23), which can be unblocked by a movable filler piece matched to its cross-section (Figs. 6 and 7, or 8 and 9).
8. Mold from claim 5, **characterized in that** the section (36) is located in a region adjacent to the actual mold cavity (23) and adjoins the latter through an overflow (35) that can be blocked and unblocked as desired.
9. Mold for carrying out the method from one of claims 1 – 3, wherein the fluidic pressure medium can be introduced into the mold cavity after injection of the thermoplastic melt and wherein the mold cavity has a section that can only be unblocked to accommodate plastic melt at certain times, **characterized in that** the section that can only be unblocked at certain times (29) can be unblocked by external control (28 or 38) and/or by pressure control and/or by time control.
10. Mold from one of claims 4 – 9, **characterized in that** the filler pieces (27) for the section and/or the actuators (37) for the overflow (35) are operable by external control (28 or 38) and/or by pressure control (33 or 39) and/or by time control.

Fig. 5



PERTINENT DOCUMENTS

Category	Identification of documents, with indication of relevant parts, if necessary	Relates to Claim	CLASSIFICATION OF APPLICATION (Int.Cl. ⁵)
X Y	EP-A-0 440 020 (SCHADE KG) * column 6 , line 21 - line 28; figures *	1, 4-6, 9 8	B29C45/17
X	US-A-4 101 617 (FRIEDERICH) * column 3, line 7 - line 56; figures 2,3 *	1, 4-6	
X	US-A-2 331 688 (HOBSON) * page 2, left column, para. 5 - para. 7; figures 1, 3 *	1, 4-6	
X A	WO-A-92 07697 (DELBROUCK) * entire document *	1, 4-6 3	
X	EP-A-0 529 080 (ASAHI KASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * entire document *	1, 4-6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 120 (M-1096) 25 March 1991 & JP-A-03 009 820 (ASAHI CHEM IND CO LTD) * abstract *	1, 4-6	SUBJECT AREAS SEARCHED (Int. Cl. ⁵) B29C
Y	GB-A-2 260 932 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) * page 6, para. 2 - page 10, para. 3; figures 1,2 *	8	
Y	EP-A-0 438 279 (KETER PLASTIC) * column 4, line 52 - column 5, line 41; figures 1,2 *	8	

The present search report was issued for all patent claims.

Search location:
The Hague

Search completed on:
16 September 1994

Examiner:
J. Bollen

CATEGORY OF DOCUMENTS CITED:

- X: Of special importance when considered by itself
- Y: Of special importance in connection with another publication of the same category
- A: Technological background
- O: Nonwritten disclosure
- P: Interim literature
- T: Theories or principles on which the invention is based
- E: Older patent document, which, however, has been published only after application date
- D: Document cited in application
- L: Document cited for other reasons
- &: Member of the same family of patents; corresponding document